Bull. Kanagawa prefect. Mus. (Nat. Sci.), no.33, pp. 61-66, Mar. 2004

報　　　告

化石サメ類の鋸歯の有無と切れ味
～特別展「ザ・シャーク」関連普及事業の結果から～

Comparison of Cutting Ability Between Serrated and Non-serrated Fossil Shark Teeth ～ Result of the Special Exhibition "The Shark" Related to Educational Program ～

樽　創

Hajime TARU

Keywords: shark tooth, serration, *Carcharodon carcharias*, *Carcharodon megalodon*, *Otodus obliquus*

はじめに

サメ類の歯の形態は、とがったもの、扁平なもの、三角形のものなど様々で、また切縁に鋸歯を持つもの、持たないものがある。このような形態は、分類形質に用いられる場合も多い。特にサメ類を含む軟骨魚類では、化石として保存されるのはほとんどが歯だけである。そのため、歯の形態は分類・系統の議論の上で重要とされている。

一方、歯の形態は、採餌という生物として生きていく上で重要な機能と関連がある。軟骨魚類の食性は多岐にわたり、軟体動物、甲殻類、プランクトン、魚類、鳥類、哺乳類のほか、いわゆる海草以外の海にすむ生物のほとんどを捕食対象としている (Compagno, 1984a; b)。しかし現生種では胃の内容物調査などによって比較的明らかな食性も、化石種では得られるのが歯だけであるため、食性を含めた生態はほとんど知ることができない。筆者は、当館の普及事業においてサメ類の歯の切れ味に関連する事業（以下実験）を行った。主に鋸歯の有無による機能のちがいを考える目的で、大型の歯を持ち脊椎動物を捕食対象としたと考えられる化石サメ類についての実験である。その結果を報告したい。

普及事業「サメの歯でお料理？」について

神奈川県立生命の星・地球博物館では、2001年12月～2002年3月にかけて「ザ・シャーク～サメの進化と適応 G. R. ケースコレクションから～」を開催した。この特別展では、当館に収蔵されている G. R. ケースコレクションを紹介するとともに、さまざまな形をした軟骨魚類の歯、剥製、関連する図書などを展示した。この特別展の関連行事として、普及事業を２回開催した。その一つが2003年1月12日に行われた「サメの歯でお料理？」であり、サメの歯の切れ味について実際に体験した意見を記録する、また実験を通して化石種の食性を考えるという目的で行われた。

サメ類の歯の形態の中でも鋸歯の有無は、採餌の際の重要な機能の違いを示すことが予想されるであろう。形態の似た道具に置き換えて考えてみると、「鋸歯あり＝ノコギリ」「鋸歯なし＝ナイフ」となり、それらの機能には大きな違いがあり、実際我々が利用する場面もそれぞれ異なる。このような違いは、実際にサメ類の歯を用いてものを切ることで、推測できるであろう。

この実験を行う前に同様の予備実験が行われ、簡単な報告がされた（星野, 2002; 萩原, 2002; 斉藤, 2002; 矢野, 2002; 中村, 2002）。それらの報告では、サメの歯の切れ味は、いずれも「予想以上に切れる」とされ、また鋸歯の有無に関連する切れ味として、中村 (2002) では「皮が薄く身の柔らかい肉（魚類も含む）では鋸歯の有無にかかわらず切れ味がよく、皮に張りがあり硬い肉では鋸歯がある歯で切れ味がよい」とあり、また魚類（カツオ）に対し「突き刺すのには鋸歯のないものがよく刺さり、身をちぎり取るのはどちらでもうまくいく」とある。

実験の材料

「サメの歯でお料理？」は、鋸歯の有無による機能の検証が目的であるため、鋸歯の有無以外の形態が比較的

樽　創 (Hajime Taru)
神奈川県立生命の星・地球博物館
〒250-0031 神奈川県小田原市入生田499
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History
499 Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, JAPAN
taru@nh.kanagawa-museum.jp

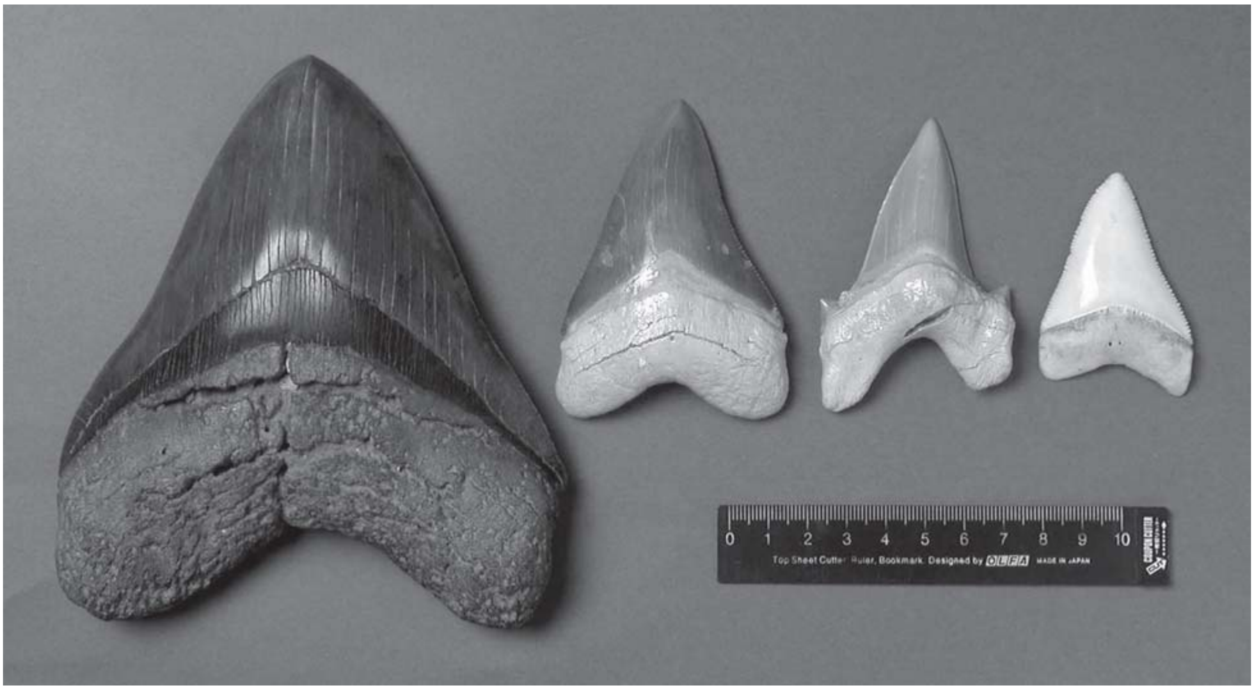


図1．講座に利用した3種の歯．左よりムカシオオホオジロザメ（大），ムカシオオホオジロザメ（小），*Otdus obliquus*，ホオジロザメ．

類似した種の歯を用いて実験を行った。選んだ化石種のサメの歯は、鋸歯のある種類としてムカシオオホオジロザメ(*Carcharodon megalodon*)、鋸歯のない種類として*Otodus obliquus*（以下オトダスと表記する）を利用した。比較のため現生ホオジロザメ(*Carcharodon charcarias*)も利用した（図1)。ホオジロザメを比較対象として選択したのは、現生種の中でもっとも大きな歯を持ち、かつ食性が明らかなためである。ホオジロザメ、オトダスについては持ちやすいようにできるだけ大型の標本を用いた。ムカシオオホオジロザメは大型の歯を持つことで有名な種であるが、比較的小型のものと大型のもので鋸歯の形態が異なることから（樽, 2002)、何通りかの大きさを準備した（図2)。なお鋸歯



図2. 大きさの大・小におけるムカシオオホオジロザメの鋸歯の形態. 左: 大型, 右: 小型.

のない現生サメ類については、手にとって力を加えられるような大きさの標本が入手できなかったため、利用できなかった。

歯によって切られる材料については、安価で入手しやすいものを肉として鶏肉、魚としてマアジを選び、それぞれ生の状態で切れ味を試した。

実験の様子

実験では、参加者それぞれに3種の歯を配布し、鶏肉、マアジを切ってもらった（図3)。基本的に、切り方は参加者の自由に任せたが、事前に実際の採餌での歯と獲物の関係についても簡単な解説を行った。

実験結果から

講座参加者には個々にアンケートを記入してもらった(表1)。これは、それぞれの種類の歯の切れ味について、自由に書いてもらったものである。それらの結果から肉・魚の切れ味についてまとめたものが表2である。以下、これらの表に基づきコメントする。

表2から鋸歯のあるものは肉・魚に対して切れ味がよく、鋸歯のないものについてはいずれも切れ味がよいとはいえない。さらに、鋸歯のあるものについて、ホオジロザメの歯がムカシオオホオジロザメの歯にくらべて切れることがわかる。ただし、一部の意見に「ホオジロザメよりもムカシオオホオジロザメのほうが切れ味が良い」とするものがある。この意見の参加者のほとんどは、ムカシオオホオジロザメの小型の歯を利用していた。

また、鋸歯のないもの（オトダス）について表1の意見を見ると、切るという作業には不向きであっても、刺すという作業には向いていると考えられる。これらを簡単にまとめると、鋸歯のあるものは、肉片を「そぎ

表1. 3種間の切れ味（講座参加者）の意見
公表の許可を得られたものだけ掲載．なお，参加者のアルファベットの大文字・小文字は親子の関係を表す．

	ホオジロザメ	ムカシオオホオジロザメ	オトダス
a・小学生・女	ホオジロザメの歯でマアジをさばきました。けっこうな切れ味で、するーっときれました。鶏肉は皮のところだとさして、引くという風にすれば切れました。サメの歯、特にホオジロザメの歯でこんなにスパッと切れるとは、意外でした。	ムカシオオホオジロザメの歯は大きすぎて、少し使いづらかったです。でもお魚はすんなり切れて、本とうに以外でした。 鶏肉は少々切れ味が悪かった。（これも皮はさして引くでも、肉の方は切れ味わるい）切れ味の差がこんなにあるとはおもわなかった。	鋸歯がないので全面的に切れ味が悪かった。鶏もさして引く、じゃないと切れず、サメの歯でこんなに切れないとは思わなかった。
A・大人・女	３つの中で一番よく切れました。魚はスパッといったし、肉もさして切ると、骨のところをそぐのもできて楽しかったです。	大きい歯なので切りやすいと思ったけど、肉の皮はやはり切れなかった。肉身はけっこうすっぱりといったので、びっくりした。魚はうまく切れた。	鋸歯がないので切ることは難しいと思っていたけど、先生のかむという説明からさしてひいてみると、魚はスーッという感じでうまくきれる時もありましたが、肉はちょっと大変だった。
b・小学生・男	魚は、ほうちょうぐらいによくきれた。肉は魚の時よりきれなかった。	大きいのがよくきれた。ホオジロザメより少しきれないくらい。肉：ホオジロザメよりよくきれた。	魚はムカシオオホオジロザメと同じぐらいだった。肉はあまりきれなかった。
B・大人・女	ぎざぎざしているので、のこぎりのようにぎこぎこひかないときれないのかと思ったが、すっと引くだけでもきれるので驚いた。 肉：細かい作業をするのにも、不便なく使えた。切るのが苦にならない。 魚：さした時のきれ味はよいのだが、切り口がなめらかにならないので、身がぼろぼろになってしまう。	大きな歯と小さな歯だとやはり大きな歯は少ない力でぐっときれて切りやすかった。魚：ズボッという感じでささった。最初ささりにくかったので、ぐっと押したら思ったよりも深くまでなんの抵抗もなくささった。 肉：思ったよりもよく切れた	刃（切縁）の形が包丁と似ているので、使いやいのかと思った。 魚：ざくっとさした時になかなかはいらないので、そこで身がくずれた。ひっぱる時にはなめらかだった。 肉：ちからまかせにしないときれなかった。
c・小学生・男	みんなよくきれたけど、みんなきれるかんじがちがいました。ホオジロザメは、ガラガラというかんじがした。	ムカシオオホオジロザメは、スポンというかんじがした。	あまりきれないかんじがした。
C ・大人・女	はじめにムカシオオホオジロザメで切りましたが、さらにそれよりも良く切れました。魚はパスーとすべるように切れたし、とり肉はスサーと切れました。こんなのに（ホオジロザメ）海で遭遇したらどうしよう？　こわい、こわい。魚を切った面がいちばんなめらかでした。	魚はざくざくとよく切れました。とり肉はさいしょは皮が切れにくかったですが、先生に教えていただいたとおりに、歯（刃？）の角度を切るもの（えもの）がはいってくる角度にあわせるとスパスパと切れました。	とり肉は切れにくかったです。さかなはうまく切れました。ちょっと手ごたえがあって、すーっとうまく行かない感じでした。
大人・女	肉の切れ味は最高。ひょっとすると包丁よりよいかもしれない。マアジを切る事は細かい作業が多く、切れあじはよくても細かい作業には形がむいていないと思う。	大きな刃（歯）を持ってきたので、肉、魚とも切りづらかった	魚、肉ともつきさすのには向くが、切るには向いていない
d・小学生・女	ちからをいれないときれなかった。	ままといっしょにやったらきれた。	ちからをいれないときれなかった。
D・大人・女	肉：力を入れると“グサリ”と音がし、勢いよく、切り口は鋭かった。とり皮をつき破る感じが手に残る。 魚：魚をさばく時のさばき始めはやりにくかった。	肉：勢いよくグサッと切れた。切り口がストレートできれいな感じ。 魚：３枚におろす時、マアジの胃とサメの歯がゴリゴリと手に伝わってきた。	肉：真上より少し角度をつけると、よく切れた。 魚：大きいので持ちやすく、切りやすかった。
大人・男	肉：気持ちいいくらい切れたので驚いています。研いでいないとはいえ、包丁よりもよく切れました。骨まで切れたし。手も切れました。 魚：一番最後にやった事もあり、慣れていたので切りやすかったです。	肉：時間が足りずに切っていません。 魚：かなり切りやすかったです。ホオジロザメと同じぐらいの切れ味でした。	肉：時間が足りずに穴をあけただけです。が、意外と簡単に切れました。穴をあけるだけなら包丁よりもいいんじゃないかと思っています。 魚：一番最初にやったので慣れていなかったせいもあり、うまく切れませんでした。組織をぐちゃぐちゃにしてしまいました。でも魚の方が切りやすいとのことなので、また試してみたいです。

表１（続き）．３種間の切れ味（講座参加者）の意見
公表の許可を得られたものだけ掲載．なお，参加者のアルファベットの大文字・小文字は親子の関係を表す．

	ホオジロザメ	ムカシオオホオジロザメ	オトダス
大人・女	肉：ざくざく切れて、包丁ではすべってよくきれていなかった。 魚：スーッときれいに切れました。包丁と同じくらいの切れ味でした。	肉：切っていないです。 魚：少しはスムーズに切れていましたが、ぜいごを取るのに一苦労でした	肉：切っていないです。 魚：全然切れなくて身がぼろぼろになってしまいました。
大人・男	現役の歯として、化石より鋭利であり、一番良く切れた。 肉：歯が小型なので、もも肉の中の方に力がとどかなかったので、切れ味としてはいまひとつ。スジは切れない。 魚：比較的きれいにおろせた。骨まで切れたのにはオドロキ。ゼイゴは無理。	歯自体が大きく持ち易いこともあり、又重量感があるので切り易かった。 肉：歯が大きい為良く切れたのと、やはり鋸歯の大きさ形等が肉向きのような感じがした。 魚：身がやわらかいので切り口がザクザクになり、美的には良くない。	鋸歯がないのと使い古された？状態の為、魚、肉とも切れ味
大人・女	兎に角、驚きの切れ味です。魚を三枚おろしにする感覚も味わえる薄刃の切れ味でした。鳥肉も骨からはずすのも出来、皮も切れました。海ではホオジロザメに会いたくないですね。	大きな歯で果たして切れるかしらと思いましたが、よく切れましたが、形の違いにより（歯の生えている場所の違いfi前とか後ろとか。夫のは小さい三角形でしたが）その方が鳥もよく切れました。	切縁が出刃包丁に近いと見え、一番鋭いと思った歯でしたが、突きさすのは良くても引き切るのには向いていませんでした。特に鳥皮はほとんど切れませんでした。
e・小学生・男	肉：すじをのぞけばすごく切れて、すべるようだった。すじはかたくてきれなかった。 魚：ぐっと押してからスーッと引くと、たまに切れたけど、どうしてよくきれたのかわからなかった。	肉：たまに切れてはたまに止まった。すじはどのように切ったらいいのかと 魚：切れては止まって切れては止まってだった。よく骨につっかえて止まってしまった。	肉：ほとんど切れなかった。歯が肉に向いていなかったのだろうか。 魚：切れたけど、あまりうまくおろせなかった。肉がたくさんのこってしまった。
E・大人・女	肉：骨のはじっこや軟骨まで切ることができたのにびっくり！！皮はちょっと切りにくい。細かい操作はやりにくい感じ。 魚：包丁とあまり変わらない切れ味だった。断面はギザギザだからきれいな三枚おろしをつくるのは無理かも。	肉：？ 魚：押しつけるだけで反対側まで貫通した。あまりあっけなく切れるので、おどろいた。えものにかぶりつく感じが何となく分かった。	肉：？ 魚：厚みがある分、扱いがむつかしかった。他のにくらべて切れ味はわるい。
f・小学生・男	よく切れた。魚のはらがよく切れた。鰓も表の面でかき出せたし、鳥ももも、にげずに切れた。	あまり切れなかった。切れるかと思ったが、切れなかった。歯にあつみがあるので切れないのだと思う。	最初はあまり切れなかったが、コツが分かれば切れたのは鋸歯がないからだと思う。
F・大人・女	歯の形が全体に薄く咬頭の角度も広いので、使いやすく切れ味も良かった。 肉：鋸歯があるので、弾力のある肉でも身が逃げず、３種のサメの歯の中で一番良く切れた。 魚：マアジの身がくずれ易いので、鋸歯にひっかかり切り口は少しボロボロ。でも３種の中では切れやすく、サバイバルで刃物がない時はこれ１つあれば大丈夫。こまかい作業もしやすい。	歯が大きく厚いので、使い方のコツがうまくつかめない。 肉：鋸歯のおかげで、肉は良く切れる方。２番目に良く切れた。 魚：歯に厚みがあるので、細かい部分が切りにくい。魚の切り口がグズグズになりやすい。２番目に切りやすかった。大きく２つに切ったりするのには使いやすい。	肉：あまり切りにくい。うまくスパッと切れると、きれいに切れる。鋸歯がないので固い部分は切りにくい。 魚：咬頭が鋭利なので、突き刺すのが一番鋭く容易。切り口もきれい。
G・大人・女	とり肉がよく切れた。マアジの肉側はよくきれたが、皮は切れなかった。	とり肉はよく切れた。	鋸歯がないので切れ味が悪かった。
小学生・女	肉：肉皮ともにスパッと切れた。 魚：ひれ、えらの部分でもよく切れた。	３種類の中では、魚も鳥肉も切れにくい。鋸歯があっても切れにくいと思った。	肉：皮は切れなかった。肉の部分はつきさしてからだと切れた。
小学生・女	ホオジロザメはさかな、にくがきりやすかった。	ムカシオオホオジロザメはにく、さかなはきりにくかった。	オトダス・オブリクースはにくもさかなもさばきにくかった。
g・小学生・女	ホオジロザメは切りにくかった。	ムカシオオホオジロザメは切りやすかった。	オトダス・オブリクースは切りにくかった。
幼稚園児・女	マアジがよくきれました。	ぜんぜんきれませんでした。	すこしはきれました。

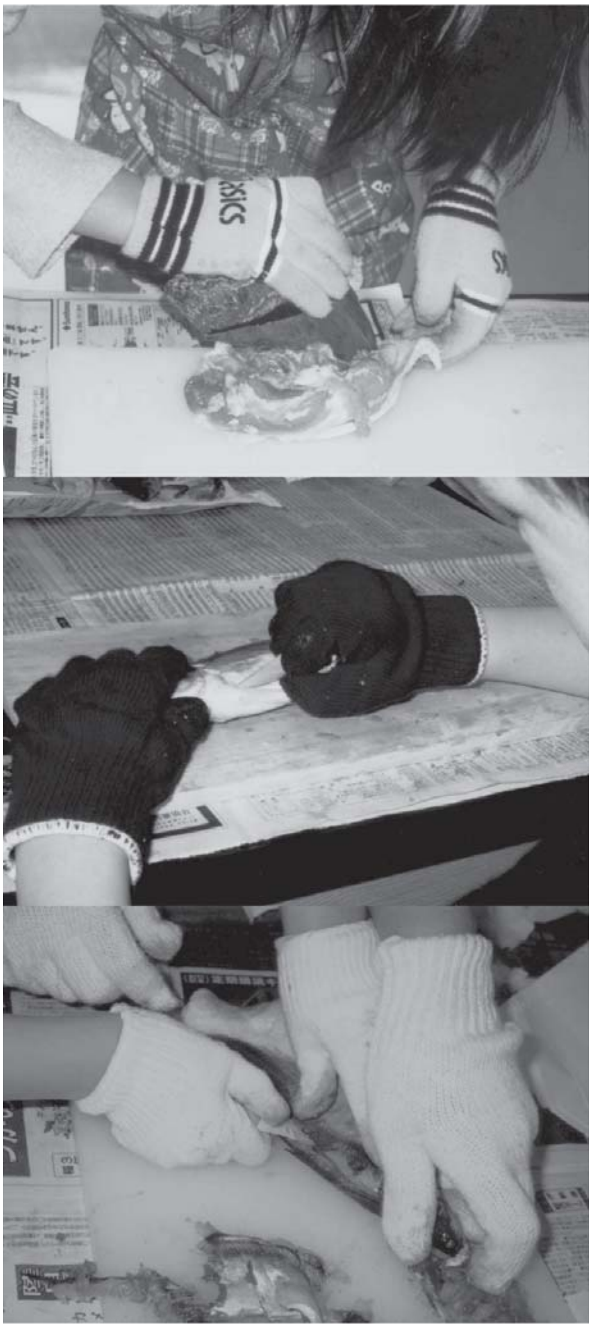


図3. 実験の様子 . 上：ムカシオオホオジロザメの歯（大型）で鶏肉を切断 , 中: *Otdus obliquus* の歯でマアジを切断 , 下: ホオジロザメの歯でマアジを切断 .

表2. 3種間の切れ味の意見（表1）のまとめ
得られたすべての意見（未公表のものも含む）の中から切れ味の良い・悪いが把握できた意見を算出 . 判断できないものは数えていない .

		ホオジロザメ	ﾑｶｼｵｵﾎｵｼﾞﾛｻﾞﾒ	オトダス
肉(鶏肉)	○	20	11	5
	×	3	9	16
魚(マアジ)	○	20	12	7
	×	4	10	15

○：切れ味がよかった，×：切れ味が悪かった

取る」際に適しており、鋸歯のないものは肉片に「突き刺す」際に適していると考えられる。オトダスの切縁は鋭利である。これは「突き刺す」際、肉片に穴を開けるためには尖っているだけで十分であっても、徐々に太くなる歯の根元まで深く突き刺す際に鋭い切縁が必要と思われる。

以上の結果をサメ類の顎の運動に会わせて考えてみる。歯は顎骨に植立していて、尖頭が上・下顎で向かい合う。上・下顎が閉じることで歯は機能するから、尖頭から歯根に向かって獲物は切縁の上を滑る。ここで切縁の機能が発揮されるであろう。まず鋸歯がある場合を考えてみる。実験の結果から、肉や魚を刺すというよりも、切るような機能に適していることから、鋸歯がある場合肉を切り裂くような機能があるといえる。そのため鋸歯がある場合、特に上・下顎歯に鋸歯を持つ場合は、上・下顎がかみ合ったところで肉が切り落とされる。つまり、獲物から肉をそぎ取るような機能に役立つと考えられ、大型動物の体の一部を切り取るような食性に適しているのではないだろうか。それに対し鋸歯がない場合、肉を切ることよりも突き刺すような機能に適しているといえる。鋸歯がない場合は突き刺す機能を持つ事から、上下顎がかみ合う事で、獲物を串刺しにし、捕まえる（固定する）機能、または一撃でダメージを与える機能があるのではないだろうか。

現生のサメの食性や歯の機能については、矢野 (1998)、仲谷 (2003) などでふれられている。仲谷 (2003) では歯の役割から「切る／刺す／押さえる」とタイプ分けを行い、サメ類をグループ分けしている。この中で「切る」タイプとされたものは、大きさの差はあっても、その多くは鋸歯を持つ。今回は、単体の歯について実験を行った。しかしサメ類には、仲谷 (2003) がツノザメのグループの下顎について「曲げた鋸」と表現しているように、1 本の歯が鋸歯の 1 つとして機能していると考えられる場合もある。

おわりに

サメ類の歯はさまざまな形態をしている。その中には系統を反映しているものもあるであろうし、また当然食性を反映しているものもあるであろう。形態が示している情報がその中のどれに重点が置かれているのかは不明である。ただし、今回のような実験を行うことで、形態が示す意味の一部を推測することができる。サメ類の化石は、そのほとんどが歯であることから、歯の形態による分類・系統の議論が行われてきた。しかし、歯に見られる形質の一部は食性を反映していると考えられるので、今回のようなサメ類の食性と形態の関係を推定する検証は、たとえば Abler (1992) がティラノサウルス類の歯を利用して行った実験のように、条件を注意深く限定して行えば、化石サメ類の歯の持つ情報をより細かく解析できると考えられる。

謝　辞

本報告を行うにあたり、「サメの歯でお料理？」講座に参加された方々には、アンケートの公表に快く同意し

ていただいた。また料理研究家の中村恭子氏には、サメの歯の切れ味に対し、大変興味深いコメントを頂いた。博物館ボランティアの萩原文恵、星野和子、斉藤茂子、矢野倫子の各氏には、日頃から当館の活動を支えてくださるとともに、実験の準備、感想、講座当日のとりまとめ、写真撮影などをしていただいた。また、群馬県立自然史博物館の高桒祐司氏には、本稿を報告するにあたり有益なご意見を頂いた。以上の方々に深謝する。

文 献

Abler, L. William 1992. The serrated teeth of tyrannosaurid dinosaurs, and biting structures in other animals. *Paleobiology*, **18**: 161-183.

Compagno, L. J. V., 1984a. FAO Species Catalogue: Vol. 4, Sharks of The World: Part 1. FAO, i-viii+249pp, Rome.

Compagno, L. J. V., 1984b. FAO Species Catalogue: Vol. 4, Sharks of The World: Part 2. FAO, i-x+250-650, Rome.

萩原, 2002. サメの歯の切れ味 . 樽　創・瀬能　宏・田口公則編, 特別展 ザ・シャーク図録, 43, 神奈川県立生命の星・地球博物館 .

星野, 2002. サメの歯体験 . 樽　創・瀬能　宏・田口公則編, 特別展 ザ・シャーク図録, 43, 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原市 .

仲谷一宏, 2003. サメのおちんちんはふたつ 不思議なサメの世界 . 築地書館, 231pp. 東京 .

中村恭子, 2002. 「サメの歯で料理する」をトライ！. 樽　創・瀬能　宏・田口公則編, 特別展 ザ・シャーク図録, 45p. 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原市 .

斉藤, 2002, サメの歯ナイフ . 樽　創・瀬能　宏・田口公則編, 特別展 ザ・シャーク図録, 44, 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原市 .

樽　創, 2002. ムカシオオホオジロザメの進化を考える . 樽　創・瀬能　宏・田口公則編, 特別展 ザ・シャーク図録, pp. 31-36. 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原市 .

矢野和成, 1998. サメ?軟骨魚類の不思議な生態 . 223pp. 東海大学出版会, 東京 .

矢野, 2002. 「サメの歯」でたくさんの不思議 . 樽　創・瀬能　宏・田口公則編, 特別展 ザ・シャーク図録, 44. 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原市 .

（受付 : 2004 年 1 月 7 日 ; 受理 : 2004 年 1 月 15 日 .）